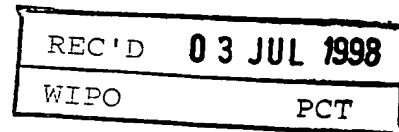


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Bescheinigung**

Die Deutsche Telekom AG in Bonn/Deutschland hat eine
Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Übertragung von Signalisierungs-
und Steuerinformationen für Wellenlängenmulti-
plex-Netze zur optischen, fasergebundenen In-
formationsübertragung"

am 15. Juli 1997 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wieder-
gabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Sym-
bole H 04 J und H 04 L der Internationalen Patentklassifika-
tion erhalten.

München, den 13. Mai 1998

Der Präsident des Deutschen Patentamts

Im Auftrag

an/ner

Aktenzeichen: 197 30 294.7

Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von Signalisierungs- und Steuerinformationen für Wellenlängenmultiplex-(WDM-)Netze (1) zur optischen, fasergebundenen Informationsübertragung in digitalisierter Form, wobei Nutzinformation mit einem Endgerät (2 bzw.8) optisch kodiert bzw. dekodiert und als optisches Signal definierter Grundwellenlänge an einem Netzzugangspunkt (3 bzw.7) in das optische Netz eingespeist bzw. diesem entnommen wird und mehrere Signale unterschiedlicher Wellenlängen gemeinsam in einer Glasfaser übertragen werden, und wobei die Signalisierungs- und Steuerinformation im Netzzugangspunkt (3 bzw.7) oder in einem weiteren Netzelement (4,5,6) erzeugt bzw. analysiert und in das Netz (1) eingespeist bzw. diesem entnommen wird, dadurch gekennzeichnet,
- daß unter Anwendung eines Zeitmultiplexverfahrens die Signalisierungs- und Steuerinformationen mit der gleichen Grundwellenlänge über die gleichen Netzkomponenten wie das entsprechende Nutzinformationssignal übertragen wird, wobei die Signalisierungs- und Steuerinformation unabhängig von der Nutzinformation modulierbar ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalisierungs- und Steuerinformation eine charakteristische Signalfolge enthält, durch welche sie im Signalstrom des Nutzsignals identifizierbar ist, wodurch die entsprechenden Sender und Empfänger der Signalisierungs- und Steuerinformation synchronisiert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalisierungs- und Steuerinformation in regelmäßigen zeitlichen Abständen T für eine Dauer von T_{OH} übertragen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß T ein Vielfaches der charakteristischen Taktdauer der Nutzinformation ist.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet,
daß die Synchronisation zwischen Sender und Empfänger der
Signalisierungs- und Steuerinformation durch ein in kurzen Zeitabständen
gesendetes charakteristisches Signal erfolgt, wobei das charakteristische
5 Signal nach erfolgter Synchronisation stufenweise bis auf den Endwert T
zunehmenden zeitlichen Abständen übertragen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
daß während der Übertragung der Signalisierungs- und Steuerinformation
10 die Übertragung der Nutzinformation für eine Dauer von $T_{OH} + 2\delta$
unterbrochen ist, wobei zwischen der Ausblendung der Nutzinformation
und der Übertragung der Signalisierungs- und Steuerinformation das
Zeitintervall δ liegt.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
daß die Nutzinformation während der durch die Übertragung der
Signalisierungs- und Steuerinformation bedingten Übertragungspause von
 $T_{OH} + 2\delta$ im sendenden Endgerät zwischengespeichert wird, z.B. unter
Einsatz von Schieberegistern, und im dazwischenliegenden Intervall
20 $T - T_{OH} + 2\delta$ mit einer derart erhöhten Bitrate übertragen wird, daß die
durchschnittliche Bitrate dem Fall ununterbrochener
Nutzinformationsübertragung entspricht.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet,
25 daß das sendende Endgerät zeitliche Lücken der Breite $T_{OH} + 2\delta$ im
Nutzsignal reserviert und deren zeitliche Lage über den Netzzugangspunkt
dem die Signalisierungs- und Steuerinformation sendenden Netzelement
signalisiert.
- 30 9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet,
daß der Netzzugangspunkt dem sendenden Endgerät signalisiert, wann für
das Senden der Signalisierungs- und Steuerinformation eine zeitliche Lücke
der Breite $T_{OH} + 2\delta$ im Nutzsignal reserviert und das Nutzsignal
gegebenenfalls zwischengespeichert werden soll.
- 35 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
daß die Signalisierungs- und Steuerinformation die Nutzinformation
während des Übertragungsintervalls T_{OH} überschreibt.

11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß die durch die Übertragung der Signalisierungs- und Steuerinformation
5 bedingte Störung des Nutzsignals mittels eines Fehlerkorrektur-
Algorithmus korrigiert wird, der auf derartige Blockstörungen optimiert ist.
12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
10 daß zur Übertragung der Nutzinformation ein Leitungscode verwendet
wird, welcher fehlertolerant gegenüber Störungen ist, die durch die
Übertragung der Signalisierungs- und Steuerinformation bedingt sind,
insbesondere gegenüber Blockstörungen.
- 15 13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß der Netzzugangspunkt die Signalisierungs- und Steuerinformation dem
sendenden Endgerät übermittelt, welche sie optisch kodiert und über das
Netz mit der kodierten Nutzinformation an das empfangende Endgerät
20 überträgt, welches das Signal dekodiert, die Signalisierungs- und
Steuerinformation aus dem Nutzsignal herausfiltert und sie an den
vorgeschalteten empfangsseitigen Netzzugangspunkt übermittelt.

Verfahren zur Übertragung von Signalisierungs- und Steuerinformationen
für Wellenlängenmultiplex-Netze zur optischen, fasergebundenen
Informationsübertragung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von Signalisierungs- und Steuerinformationen für Wellenlängenmultiplex-(WDM-)Netze zur optischen, fasergebundenen Informationsübertragung in digitalisierter Form gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.
- 10 Aus der Übertragungstechnik sind verschiedene Verfahren bekannt, wie mehrere unabhängige Signale für den Transport von Daten, Sprache, Text oder Bilder über ein gemeinsames Medium übertragen werden können. Dieses kann realisiert werden, indem sich die der Nutzinformation zugrunde liegenden Signale auf Grund ihrer Zeitlage, Frequenzlage oder
- 15 ihrer Kodierung unterscheiden. Häufig ist es dabei nötig, zusätzlich zur Nutzinformation auch sogenannte Signalisierungs- und Steuerinformation (Overheadinformation) mit zu übertragen. Diese Overheadinformation kann zum Steuern der beteiligten Netzelemente, zur Identifizierung der übertragenen Signale oder zur Feststellung der Übertragungsqualität
- 20 dienen. Bei den herkömmlichen digitalen Übertragungsverfahren, wie beispielsweise den Zeitmultiplexverfahren PDH und SDH, kann sehr leicht Overheadinformation zusätzlich zur Nutzinformation durch die Verwendung entsprechend reservierter Zeitschlitze übertragen werden. Durch die elektronische Digitaltechnik ist eine sehr kostengünstige
- 25 Realisierung solcher Verfahren möglich.

In der optischen Übertragungstechnik ist bekannt, mehrere Signale über ein gemeinsames Medium, die Glasfaser, zu übertragen, indem vor der optischen Modulierung mehrere Signale mit den Mitteln der

30 konventionellen Übertragungstechnik gemultiplext werden. Nachteil dieses Verfahrens ist, daß auf die einzelnen Signale oder auf die enthaltene Overheadinformation nicht mit den Methoden der Optik zugegriffen werden kann. Erst nach der Rückwandlung in ein elektrisches Signal läßt sich die Overheadinformation lesen und die einzelnen Teilsignale unabhängig

35 voneinander weiterleiten.

Wesentlich universeller ist hier der in ersten Referenzstrecken erprobte Einsatz eines optisches Frequenz- bzw. Wellenlängenmultiplex-Verfahrens.

Hierbei werden die Nutzinformationen mit Hilfe von Lasern unterschiedlicher Sendefrequenz moduliert. Dadurch ist es mit einfachen passiven optischen Filter möglich, die über eine Glasfaser übertragene Signale entsprechend ihrer Frequenz zu selektieren. Mit Hilfe eines solchen
5 mit Wavelength Division Multiplex (WDM, Wellenlängenmultiplex) bezeichneten Netz ist es möglich, die einzelnen Signale transparent bezüglich ihrer Kodierung zu übertragen. Daher können gleichzeitig viele in unterschiedlichen Endeinrichtungen (TE) bzw. Endgeräten verschieden kodierte Signale über eine Übertragungsstrecke transportiert werden,
10 solange sie sich aufgrund der verwendeten Wellenlänge unterscheiden.

Noch nicht befriedigend gelöst ist für die WDM-Netze die Realisierung des Overheadkanals zur Übertragung von Signalisierungs- und Steuerinformation. Bei der optischen Übertragung von WDM-Signalen ist es
15 nach gegenwärtigem Stand der Technik nicht möglich, die Overheadinformation, wie beispielsweise bei der PCM- oder SDH-Technik, zusammen mit der Nutzinformation zu übertragen. Dieses scheitert daran, daß - im Gegensatz zu der festgelegten Rahmenstruktur dieser elektronischer Übertragungssysteme - beliebige Kodierverfahren im WDM-
20 Netz für das Nutzsignal zulässig sind. Ein anderer Aspekt ist aber auch das Fehlen leistungsfähiger digitaler Bauelemente zur optischen Signalverarbeitung. Daher wird zur Zeit überlegt, einen eigenen Overheadkanal mit eigener Trägerfrequenz durch das WDM-Netz zu schalten. Problematisch ist bei dieser Lösung, daß die Overheadinformation
25 unabhängig von der Nutzinformation übertragen wird. Hierdurch können frequenzselektive Störungen ebenso wenig erkannt werden, wie die falsche Weiterleitung eines Nutzsignals. Außerdem ergibt sich an passiven optischen Koppellementen das Problem der möglichen Überlagerung zweier Overheadsignale. Der technische Aufwand zur Lösung dieses
30 Problems steht dabei in keinem Verhältnis zu den geringen Kosten solcher Elemente.

Die Erfindung bezieht sich auf Netze zur optischen, fasergebundenen Übertragung von digitalisierten Information. Charakteristisch für das mit
35 Wellenlängenmultiplex (WDM) bezeichnete Netz ist die Tatsache, daß Nutzinformationen in Form von Signalen unabhängig voneinander durch die Verwendung unterschiedlicher optischer Wellenlängen über eine Faser übertragen werden können. Das unterschiedliche Weiterleiten der

Nutzinformation in Netzelementen kann dabei mit rein optischen Methoden erfolgen, die auf den unterschiedlichen Wellenlängen der Signale beruhen.

5 Zur technischen Realisierung eines Übertragungsnetzes ist es notwendig, neben der Nutzinformation auch die als "Overhead" bezeichnete Signalisierungs- und Steuerinformation über das Medium zu übertragen. Für ein optisches WDM-Netz sind hierfür mehrere Lösungsansätze bekannt, die im folgenden kurz erläutert werden:

10 Aus *Chawki, M.J., Tholey, V Le Gac I: Management protocol of a reconfigurable WDM ring network using SDH overhead bytes; OFC 96 Technical Digest FD3* ist bekannt, für die Kodierung der Nutzinformation zusätzliche Übertragungskapazität für die Signalisierungs- und Steuerinformation zu reservieren. Das optische WDM-Netz kann auf diese
15 reservierte Bandbreite zugreifen, indem das Nutzsignal dekodiert wird und die Signalisierungs- und Steuerinformation hinzugefügt oder ausgelesen wird. Dieses Verfahren erfordert jedoch einen erheblichen technischen Aufwand. Jedesmal wenn auf die Overheadinformation zugegriffen werden soll, muß eine Umwandlung zwischen der optischen und elektrischen
20 Kodierung des kompletten Nutzsignals erfolgen. Für den Fall, das verschiedenartige Endgeräte (TE) mit unterschiedlichen Kodierungsvarianten das optische WDM-Netz benutzen, sind entsprechend viele unterschiedliche Techniken für den Zugriff auf die Overheadinformation parallel zu realisieren.

25

In der *Draft Recommendation ITU-T G.MCS Geneva June, 1996* wird vorgeschlagen, die Signalisierungs- und Steuerinformation in einem eigenen Steuerkanal über dasselbe oder ein anderes Medium zu übertragen. In *S. Johansson: Transport Network Involving a Reconfigurable WDM Layer, Journal of Lightwave Technology 14 (1996)6, pp. 1341-1349* wird
30 vorgeschlagen, die Signalisierungs- und Steuerinformation mit Hilfe von sogenannten Pilottönen in einen nicht genutzten Frequenzbereiches der Faser zu übertragen. Mit diesen beiden Verfahren sind jedoch einige wünschenswerte Funktionalitäten nicht zu realisieren. So sind keine
35 Rückschlüsse aus der Übertragungsqualität der Overheadinformation auf die Übertragungsqualität für den Nutzkanal möglich. Außerdem lassen sich nicht alle Konfigurationsfehler, wie beispielsweise

Kanalvertauschungen, durch die getrennte Übermittlung der Steuer- und Signalisierungsinformation erkennen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur
 5 Übertragung von Signalisierungs- und Steuerinformation zur Verfügung zu
 stellen, das es - ohne strukturelle Veränderungen am optischen Netz
 vorzunehmen - ermöglicht, Signalisierungs- und Steuerinformationen
 aufwandsarm und transparent so zu übertragen, daß sie in beliebigen
 10 Kodierv Verfahren kodierbar und von den betreffenden Netzzugangspunkten
 und Netzelementen einzeln auswertbar sind sowie Rückschlüsse auf die
 Übertragungsqualität des Nutzkanals erlauben. Der technische Aufwand
 passiver optischer Netzelemente bezüglich der Weiterleitung der
 Signalisierungs- und Steuerinformation soll dazu reduziert werden.

15 Die Lösung der Aufgabe besteht erfindungsgemäß bei einem Verfahren zur
 Übertragung von Signalisierungs- und Steuerinformationen für
 Wellenlängenmultiplex-Netze (WDM-Netze) zur optischen, fasergebundenen
 Informationsübertragung in digitalisierter Form, wobei Nutzinformation
 mit einem Endgerät optisch kodiert bzw. dekodiert und als optisches Signal
 20 definierter Grundwellenlänge an einem Netzzugangspunkt (Network
 Terminator) in das optische Netz eingespeist bzw. diesem entnommen wird
 und mehrere Signale unterschiedlicher Wellenlängen gemeinsam in einer
 Glasfaser übertragen werden, und wobei die Signalisierungs- und
 Steuerinformation im Netzzugangspunkt oder in einem weiteren
 25 Netzelement erzeugt bzw. analysiert und in das Netz eingespeist bzw.
 diesem entnommen wird, darin, daß unter Anwendung eines
 Zeitmultiplexverfahrens die Signalisierungs- und Steuerinformationen mit
 der gleichen Grundwellenlänge über die gleichen Netzkomponenten wie das
 entsprechende Nutzinformationssignal übertragen wird, wobei die
 30 Signalisierungs- und Steuerinformation unabhängig von der
 Nutzinformation modulierbar ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich also dadurch aus, daß
 Steuer- und Signalisierungsinformation im gleichen optischen WDM-Kanal
 35 wie das Nutzsignal übertragen wird. Damit können im Gegensatz zur
 Übertragung der Overheadinformation in einem gesonderten Kanal, z.B.
 mit einer anderen Wellenlänge, Konfigurationsfehler des optischen Netzes
 erkannt werden, da das Steuersignal den gleichen optischen Weg über die

gleichen Netzkomponenten wie das Nutzsignal nimmt. Wesentlicher Bestandteil dieses Multiplexverfahrens ist weiterhin die Tatsache, daß unterschiedliche Modulations-/Kodiervverfahren für das Nutzsignal und die Overheadinformation verwendet werden können.

5

Anstelle des Nutzsignales wird zu bestimmten Zeitpunkten die Overheadinformation über das Medium übertragen. Durch eine charakteristische Signalfolge kann der Overheadkanal zeitlich im Signalstrom des Nutzsignal erkannt werden. Durch die periodische
10 Wiederholung des Overheadkanals können - nach erfolgter Synchronisierung - Fehlinterpretationen von Nutzsignalen als charakteristische Signalfolge ausgeschlossen werden. Damit ist das beanspruchte Verfahren an die Erfordernisse eines optischen Kanals bezüglich der Transparenz für Nutzsignale verschiedener Endgeräte des
15 WDM-Netzes angepaßt.

Der wesentliche mit der Erfindung erzielbare Vorteil besteht darin, daß die Overheadinformation in einem optischen WDM-Netz nicht frequenztechnisch getrennt zu dem Nutzsignal weitergeleitet werden muß.
20 Für aktive oder passive Elemente, die nicht auf die im Overhead enthaltenen Informationen zugreifen müssen, ist keinerlei zusätzlicher technischer Aufwand zur Weiterleitung der Overheadinformation notwendig. Dadurch, daß für den Kanal der Steuer- und Signalisierungsinformation die gleichen Übertragungstechnischen Eigenschaften des Mediums wie für das
25 Nutzsignal gelten, können aufgrund der Bitfehlerrate in der Overheadinformation direkte Rückschlüsse auf die Übertragungsqualität des Kanals für das Nutzsignals gezogen werden. Trotzdem existieren bei diesen Verfahren keine wesentlichen Restriktionen bezüglich der Art der Kodierung des Nutzsignals, die durch das Endgerät (TE) für das WDM-Netz
30 durchgeführt wird.

Durch die Möglichkeit, Steuer- und Signalisierungsinformation in einem anderen technischen Verfahren zu kodieren als die Nutzinformation, kann der Zugriff auf die Steuer- und Signalisierungsinformation mit einfachen
35 technischen Mitteln erfolgen. Es ist daher nicht notwendig, die Steuer- und Signalisierungsinformation mit den gleichen hohen technischen Aufwand zu kodieren und zu dekodieren, wie es für die Nutzinformation aufgrund von funktionalen Anforderungen notwendig sein könnte.

Die Signalisierungs- und Steuerinformation wird vorzugsweise in regelmäßigen zeitlichen Abständen T für eine Dauer von T_s übertragen. Vorteilhaft ist dabei, wenn T ein Vielfaches der charakteristischen Taktdauer der Nutzinformation ist. Dies bedeutet, daß zur Synchronisierung des Zeitmultiplexverfahrens für den Overheadkanal der Sendetakt des Nutzsignals genutzt wird, indem innerhalb des WDM-Netzes zur Synchronisierung des Overheadkanals die Taktinformation aus dem Nutzsignal verwendet wird. Dazu findet eine dynamische Anpassung des Zeitmultiplexverfahrens an den beliebigen Sendetakt des Nutzsignal statt. Die Synchronisierung auf das Nutzsignal kann dabei in einer Lernphase stattfinden, in der in sehr kurzen Zeitabständen ein charakteristisches Signal übertragen wird. In ein oder mehreren Schritten wird nach erfolgter Synchronisierung der zeitliche Abstand des charakteristischen Signals stufenweise erhöht.

Um die Beeinflussung des Nutzkanals durch die kurzzeitige Nutzung zur Übermittlung der Overheadinformation möglichst gering zu halten, ist der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Zeitschlitten für die Overheadinformation möglichst groß zu wählen. Zur Beibehaltung der Synchronität zwischen Sender und Empfänger muß die Taktabweichung während der Übertragungspausen des Overheadkanals möglichst gering gehalten werden. Die technische Realisierung wird dabei deutlich vereinfacht, wenn die Taktinformation des Nutzsignal zur Synchronisierung der bei Sender und Empfänger der Overheadinformation gelegenen Oszillatoren genutzt wird. Dieses ist möglich, da sich bei den heute verwendeten optischen Trägermodulationen der Sendetakt des Nutzsignals innerhalb eines klar zu bestimmenden Frequenzbereiches befindet. Daher ist eine Anpassung des Overheadsignals an das Timing des Nutzsignals mit minimalen technischen Schaltungsaufwand möglich.

Das erfindungsgemäße Verfahren enthält weiterhin zwei alternative Möglichkeiten, wie trotz der zeitweisen Ausblendung des Nutzsignals zur Übertragung des Overheadinformation Störungen bei der Nutzdatenübertragung vermieden werden können.

Die Overheadinformation wird zu den entsprechenden Zeitpunkten anstelle des Nutzsignals übertragen, wobei das Nutzsignal entweder überschrieben

oder ausgeblendet wird. Die sendende Endeinrichtung, die das Nutzsignal kodiert, hat keine Kenntnisse über die Zeitpunkte, in der das eigene Signal nicht übertragen wird. Dieses wirkt sich aus Sicht der empfangenden Endeinrichtung wie die Überlagerung eines Störsignals aus. Durch die
 5 Verwendung eines auf diese scheinbare Störung optimierten fehlertoleranten Leitungskodes ist die empfangende Endeinrichtung in der Lage, das ursprüngliche Nutzsignal trotz dieser Störung durch den Overheadkanal zu rekonstruieren.

10 Durch den Einsatz von Fehlerkorrekturverfahren, wie sie beispielsweise zur Übertragung von Daten über langen Glasfaser-Überseekabel eingesetzt werden, können auch die durch den Zeitschlitz des Overheadkanals verursachten Fehler korrigiert werden. Um die Funktionsfähigkeit dieses Verfahrens gewährleisten zu können, muß die zeitliche Verteilung der
 15 Overheadinformation so vorgenommen werden, daß eine spezifizierte mittlere Störrate des Nutzkanals nicht überschritten wird. Zusätzlich sollte ein Fehlerkorrektur-Algorithmus verwendet werden, der für diese Art der durch das Overheadsignal verursachten Blockstörung optimiert ist.

20 Als Alternative ist vorgesehen, Bandbreite für den Overheadkanal durch die Spezifikation von zeitlichen Lücken im Sendesignal zu reservieren. Die Overheadinformation wird anstelle des Nutzsignals übertragen. In einem dynamischen Verfahren einigen sich die sendendes Endgerät und der nachgeschaltete Netzzugangspunkt über den Zeitpunkt, zu dem die
 25 Overheadinformation übertragen werden darf. Dieses kann geschehen, indem das Endgerät die erforderlichen Zeitschlitze freiläßt und deren zeitliche Lage dem Netzzugangspunkt signalisiert. Eine andere Möglichkeit ist, daß der Netzzugangspunkt dem Endgerät signalisiert, wann das Overheadsignal eingefügt wird, damit die zu sendenden Daten kurzzeitig
 30 zwischengespeichert werden können, während der optische Kanal zur Übertragung der Overheadinformation genutzt wird.

Diese Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens vermeidet die Störung des Nutzsignals, indem die Nutzinformation während der durch
 35 das Senden des Overheadsignals bedingten Übertragungspause kurzzeitig im Sender zwischengespeichert wird. Hierfür bietet sich der Einsatz von Schieberegistern an, wie sie beispielsweise auch zur Synchronisierung der

Eingangssignale bei einem digitalen Koppelfeld in der Vermittlungstechnik verwendet werden.

5 Eine weitere Vereinfachung der technischen Realisierung ist gegeben, wenn die Übertragung der Overheadinformation durch die Endgeräte anstelle der Netzzugangspunkte vorgenommen wird. Die Overheadinformation wird dabei nicht vom Netzzugangspunkt in das Nutzsignal des Endgeräts eingefügt, sondern das Endgerät übernimmt selbst diese Aufgabe. Hierzu wird von dem beim Sender gelegenen
10 Netzzugangspunkt die Overheadinformation dem sendenden Endgerät zum Zwecke der optischen Modulierung übermittelt. Das empfangende Endgerät selektiert die Overheadinformation aus dem Nutzsignal heraus und überträgt diese an den vorgeschalteten Netzzugangspunkt.

15 Diese Version des erfindungsgemäßen Verfahrens vermeidet vorteilhaft, daß zusätzlich zu den ohnehin vorhandenen Laser im Endgerät noch ein weiterer Laser zur Modulierung und Übertragung der Overheadinformation im Netzzugangspunkt vorhanden sein muß. Entsprechend braucht die Dekodierung der Overheadinformation nicht durch einen zusätzlichen
20 Detektor am gegenüberliegenden Netzzugangspunkt erfolgen, sondern kann durch das dahinter liegende Endgerät vorgenommen werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, wenn im optischen WDM-Netz nicht unmittelbar auf die Overheadinformation zugegriffen werden muß, die Wahl der Kodierung der Overheadinformation dem Endgerät zu überlassen.

25

Kurzbeschreibung der Zeichnung, in der zeigen:

- Figur 1 die wesentlichen funktionalen Elemente eines optischen WDM-Netzes
- Figur 2 den prinzipiellen zeitlichen Ablauf bei Signalübertragung nach
30 dem erfindungsgemäßen Verfahren
- Figur 3 ein Beispiel für den Zeitverlauf des gesendeten und empfangenen Nutzsignals sowie der Kodierung im WDM-Netz
- Figur 4 ein weiteres Beispiel für den Zeitverlauf des Nutzsignals vor der Kodierung sowie des Nutz- und des Overheadsignals bei der
35 Übertragung über das WDM-Netz

Figur 1 zeigt die wesentlichen funktionalen Elemente eines optischen Wellenlängenmultiplex- (WDM-) Netzes 1. Das Endgerät 2 sendet und

empfangt mit einer bestimmten Wellenlänge Nutzinformationen über eine Glasfaser 9, wobei im folgenden nur die Informationsrichtung, in der das Endgerät 2 als Sender fungiert, beschrieben wird. Im Endgerät 2 wird das Nutzsignal, das z.B. als elektrisches Signal vorliegen kann, optisch kodiert.

5 Im Netzzugangspunkt 3 findet eine Überwachung und gegebenenfalls ein Anpassung des optischen Signals an die Erfordernisse des WDM-Netzes statt. Der optische Multiplexer 4 ermöglicht die Übertragung mehrerer Signale aufgrund ihrer unterschiedlichen Wellenlänge über die gleiche Faser. Der optische Cross Connect (OXC) 5 ermöglicht eine flexible

10 räumliche Weiterleitung der Signale entsprechend ihrer optischen Wellenlänge. Der dem OXC nachgeschaltete optische Multiplexer 6 verteilt die mit unterschiedlichen Wellenlängen kodierten Signale auf verschiedene abgehende Glasfasern. Der empfangsseitige Netzzugangspunkt 7 erfüllt eine zum sendeseitigen Netzzugangspunkt 3 analoge Funktion und

15 übermittelt die Signale an das empfangsseitige Endgerät 8. Dieses Endgerät 8 dekodiert das optische Signal und wandelt es in ein elektrisches Signal um, das weiterverwertet werden kann.

Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens sendet der

20 Netzzugangspunkt 3 Signalisierungs- und Steuerinformation (Overheadinformation) über denselben optischen Kanal, d.h. mit derselben Wellenlänge, wie das vorgeschaltete Endgerät 2 zur Steuerung und Überwachung der durch das Endgerät 2 eingeleiteten Nutzsignalübertragung. Die zu sendende Overheadinformation wird dabei

25 dem Netzzugangspunkt 3 entweder extern beispielsweise als elektrisches Signal zugeführt oder direkt aufgrund des internen Zustands des Geräts lokal erzeugt. Zur Kodierung der Overheadinformation in ein optisches Signal weist der Netzzugangspunkt 3 wie das Endgerät 2 einen Laser auf. Das verwendete Modulationsverfahren unterliegt keinen Einschränkungen,

30 ist insbesondere unabhängig vom Verfahren zur Kodierung des Nutzsignals im Endgerät 2. Es kann daher ein technisch weniger aufwendiges Kodierverfahren als bei der Nutzsignalübertragung gewählt werden. Bei der Übertragung der Overheadinformation über denselben optischen Kanal wie die Nutzinformation findet ein Zeitmultiplexverfahren Anwendung: Das

35 sendende Endgerät 2 läßt entweder Zeitschlitze im Nutzsignal frei und signalisiert deren Lage dem Netzzugangspunkt 3, so daß dieser die Overheadinformation in die zeitlichen Lücken einfügen kann. Alternativ

kann der Netzzugangspunkt 3 die Nutzinformation mit Overheadinformation überschreiben.

Empfangsseitig wird die Overheadinformation am Netzzugangspunkt 7
 5 dekodiert und ausgewertet. Der Netzzugangspunkt 7 erkennt dabei im
 Datenstrom des Nutzsignals für die Overheadinformation typische
 Signalsequenzen, wodurch sende- und empfangsseitiger Netzzugangspunkt
 3 bzw. 7 synchronisiert werden. Nach erfolgter Synchronisierung wertet der
 10 empfangsseitige Netzzugangspunkt 7 das optische Signal, bestehend aus
 Overhead- und Nutzinformation, in regelmäßigen zeitlichen Abständen aus,
 wodurch er die Overheadinformation als solche erkennt und
 weiterzuverarbeiten imstande ist, z.B. werden nach Rückwandlung in ein
 elektrisches Signal die Steuersignale umgesetzt und die
 Übertragungsqualität überprüft. Das gesamte optische Signal, bestehend
 15 aus Overhead- und Nutzinformation, wird vom Netzzugangspunkt 7 dem
 empfangsseitigen Endgerät übermittelt, welches nun die Nutzinformation
 rückwandelt und auswertet. Die durch die Übertragung der
 Overheadinformation bedingte Störung im Nutzsignal wird vorzugsweise
 durch geeignete Fehlerkorrekturalgorithmen eliminiert bzw. durch
 20 Verwendung eines an diese Art von Störung angepaßten Leitungscodes zur
 Modulierung der Nutzinformation minimiert.

Figur 2 illustriert den prinzipiellen zeitlichen Ablauf bei Signalübertragung
 nach dem erfindungsgemäßen Verfahren. In regelmäßigen zeitlichen
 25 Abständen T wird die Übertragung des Nutzsignals für die Dauer $T_{OH} + 2\delta$
 unterbrochen und die Steuer- und Signalisierungsinformation für eine
 zeitliche Dauer von T_{OH} übertragen. Die Variable δ kennzeichnet dabei das
 zeitliche Intervall, das zwischen der erfolgten Ausblendung des Nutzsignals
 und der Übertragung der Overheadinformation liegt. Um die Effizienz des
 30 Verfahrens zu steigern, müssen die Werte für δ und T_{OH} möglichst klein und
 für T möglichst groß gewählt werden, so daß die Störung des Nutzsignals
 minimiert ist.

Die Kodierungen des Nutzsignals und des Overheadsignals sind
 35 unabhängig voneinander. Der die Overheadinformation kodierende
 Netzzugangspunkt braucht demnach keine Kenntnis vom
 Modulierungsverfahren des vorgeschalteten Endgeräts zu haben und kann ein
 beliebiges, möglichst ein technisch aufwandsarmes Verfahren zur

optischen Kodierung des Overheadsignals verwenden. Lediglich die korrespondierenden Netzzugangspunkte bzw. Endgeräte müssen jeweils das gleiche Kodiervverfahren verwenden.

- 5 Figur 3 zeigt ein Beispiel für den Zeitverlauf des gesendeten und empfangenen Nutzsignals (oberer bzw. unterer Zeitstrahl) sowie der Kodierung im WDM-Netz (mittlerer Zeitstrahl). Die durch die Buchstaben "A" bis "F" symbolisch dargestellte Nutzinformation wird zeitlich
 10 redundant über das Medium, z.B. ein optisches Netz wie in Figur 1 dargestellt, übertragen. Der obere Zeitstrahl zeigt dabei schematisch das vom Endgerät gesendete Nutzsignal vor dem Einspeisen in das optische Netz am Netzzugangspunkt. Das erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß anstelle der Nutzinformation in regelmäßigen zeitlichen Abständen für eine
 15 gewisses zeitliches Intervall Overheadinformation mit derselben Wellenlänge wie das Nutzsignal übertragen wird, wobei die Overheadinformation am Netzzugangspunkt in den Signalstrom eingefügt wird. Die in beliebiger Kodierung vorliegende Nutzinformation wird dazu ausgeblendet und die Overheadinformation in davon unabhängiger
 20 Kodierung eingefügt. Nutz- und Overheadinformation wird gemeinsam über denselben optischen Kanal mit dem WDM-Netz übertragen. Der untere Zeitstrahl zeigt das empfangsseitig am Endgerät vorliegende Nutzsignal. Durch das Einfügen der Overheadinformation ist die Nutzinformation zwar unvollständig empfangen worden, jedoch sind die durch "?" gekennzeichneten Übertragungslücken nicht so groß, das eine
 25 Rekonstruktion der ursprünglichen Nachricht nicht mehr möglich ist.

- Das Nutzsignal wird bei dieser schematischen Darstellung der Problematik mit einer bestimmten Taktfrequenz in Informationsblöcken einer zeitlichen Dauer T_0 , hier gekennzeichnet durch die Segmente "A, B, C...", gesendet.
 30 Durch die Übertragung der Overheadinformation wird immer ein ganzer Signalblock gestört und kann vom Endgerät nicht empfangen werden. Daher kann es sinnvoll sein, wenn die Übertragung der Overheadinformation zeitlich auf die Übertragung der Nutzinformation abgestimmt ist, insbesondere immer dann beginnt, wenn gerade ein ganzer
 35 Nutzinformationsblock gesendet wurde. Zur Rekonstruktion der Nutzinformation finden auf derartige Blockstörungen optimierte Fehlerkorrekturalgorithmen Anwendung.

Figur 4 zeigt ein weiteres Beispiel für den Zeitverlauf des Nutzsignals vor der Kodierung sowie des Nutz- und des Overheadsignals bei der Übertragung über das WDM-Netz. Das Nutzsignal vor der Kodierung, z.B. am Eingang des sendenden Empfangsgeräts, ist im oberen Zeitstrahl dargestellt. Es wird dem sendenden Endgerät mit einer konstanten Bitrate pro Zeiteinheit zugeführt; mit dieser über die Zeit gemittelten Bitrate muß es demnach auch am empfangsseitigen Endgerät ankommen, wenn keine Nutzinformation verloren gehen soll. Eine Version des erfindungsgemäßen Verfahren sieht daher vor, das Nutzsignal, das mit einer konstanten Bitrate über die Zeit gesendet werden muß, während der Übertragung der Overheadinformation kurzzeitig zwischenzuspeichern, z.B. in Schieberegistern, um es dann in der dazwischenliegenden Zeit mit einer entsprechend größeren Bitrate zu übertragen. Dazu einigen sich sendendes Endgerät und der entsprechende Netzzugangspunkt über den Zeitpunkt, zu dem das Overheadsignal anstelle des Nutzsignals übertragen werden soll. Für die Zeit der Übertragung speichert das sendende Endgerät das Nutzsignal und leitet nach Beendigung der Overheadinformation die erneute Übertragung der Nutzinformation mit gegenüber dem am sendenden Endgerät eingehenden Informationsfluß erhöhter ein Bitrate ein.

Gewerbliche Anwendbarkeit und Nützlichkeit:

Die Erfindung wird vorteilhaft im Bereich der Telekommunikation eingesetzt. Das Verfahren ermöglicht unter Verwendung der bekannten Netzkomponenten die transparente Übertragung von Signalisierungs- und Steuerinformation über denselben optischen Kanal wie die Nutzinformation, wodurch insbesondere die Kontrolle der Übertragungsqualität erleichtert wird.

Zusammenfassung:

Verfahren zur Übertragung von Signalisierungs- und Steuerinformationen
für Wellenlängenmultiplex-Netze zur optischen, fasergebundenen
Informationsübertragung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von Signalisierungs- und Steuerinformationen für Wellenlängenmultiplex-Netze (1) zur optischen, fasergebundenen Informationsübertragung in digitalisierter Form, wobei die Signalisierungs- und Steuerinformation über denselben optischen Kanal, insbesondere mit derselben Wellenlänge, wie die Nutzinformation übertragen, jedoch unabhängig von dieser kodiert und dekodiert wird, so daß auch unabhängig von der Nutzinformation auf die Steuer und Signalisierungsinformation zugegriffen werden kann. Durch die Verwendung eines Zeitmultiplexverfahrens, das eine unterschiedliche Kodierung von Nutz- und Steuerinformation ermöglicht, läßt sich der technische Aufwand passiver optischer Netzelemente bezüglich der Weiterleitung der Signalisierungs- und Steuerinformation erheblich reduzieren. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird eine einfache, kostengünstige und transparente Übertragung von Signalisierungs- und Steuerinformationen im optischen WDM-Netz ermöglicht.

10

15

20

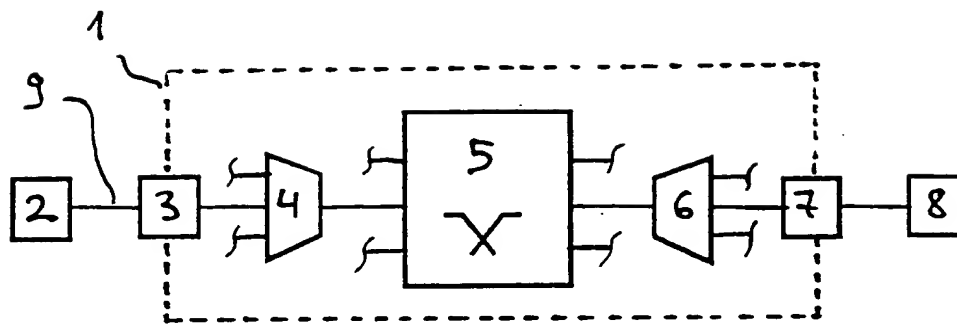


Fig. 1

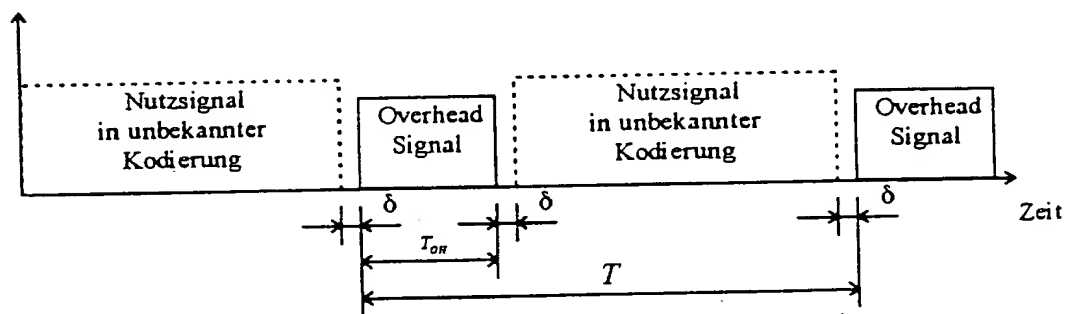


Fig. 2

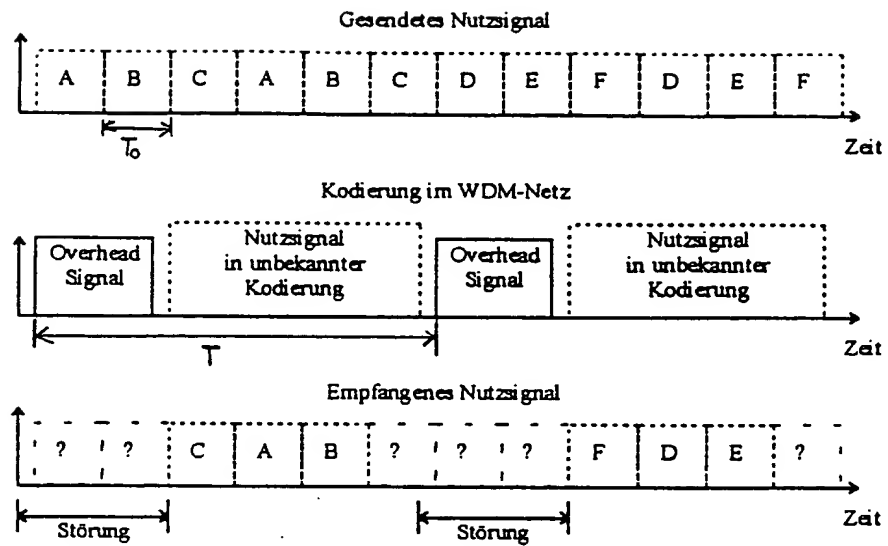


Fig. 3

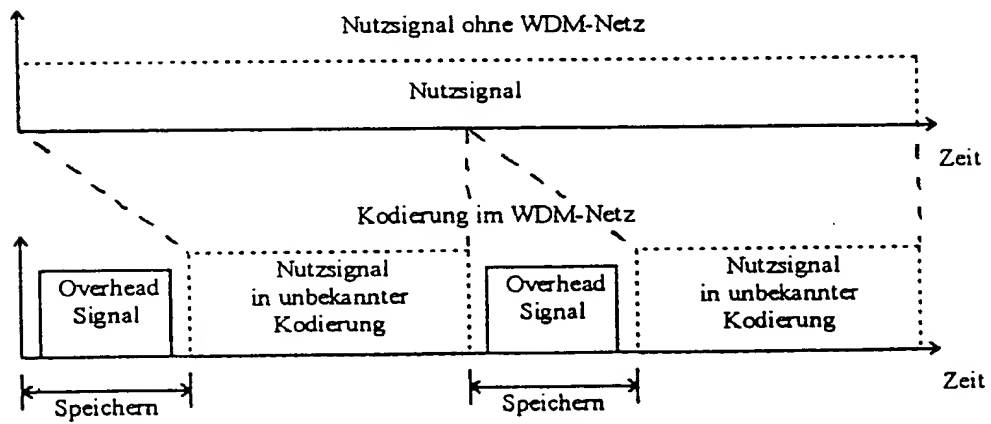


Fig. 4

This Page Blank (uspto)